

Thermal imaging system is triggered by, e.g. heart beat

Patent number: DE19544187 (A1)
Publication date: 1997-06-05
Inventor(s): CABANSKI WOLFGANG DIPL PHYS DR [DE]; NOTHAFT PETER DIPL PHYS DR [DE]; ERNE SERGIO NICOLA DR [DE]
Applicant(s): TELEFUNKEN MICROELECTRON [DE]; AEG INFRAROT MODULE GMBH [DE]; ERNE SERGIO NICOLE DR [DE]
Classification:
- **international:** A61B5/00; G01N33/483; A61B17/00; A61B5/00; G01N33/483; A61B17/00; (IPC1-7): A61B10/00; A61B6/00; C12Q1/00; G01N21/84; G01N33/483; H04N5/33
- **european:** A61B5/00H2; G01N33/483
Application number: DE19951044187 19951128
Priority number(s): DE19951044187 19951128

Cited documents:

- DE3124583 (C2)
- DE4102614 (A1)
- DE4015988 (A1)
- DE3124583 (A1)
- DE3020359 (A1)

[more >>](#)**Abstract of DE 19544187 (A1)**

Process generates thermal images of cells within a limited zone (20) on living humans or animal bodies (2). The novelty is that the thermal imaging system (1) incorporates: (a) an infra-red camera (10) which can be triggered when required, and a display unit (11) presenting thermal images; (b) a camera, triggered by signals generated in the body (2), or is synchronised as required; (c) thermal images, processed and displayed showing the change in the cells and their activity with time; (d) an infra-red camera (10), triggered by signals such as the heart beat or breathing; (e) cells, especially brain cells, laid bare by surgical intervention, and (f) a camera, synchronised with the trigger signal to capture images associated with selected patient stimuli.

Data supplied from the **esp@cenet** database — Worldwide



⑯ BUNDESREPUBLIK
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES
PATENTAMT

⑯ Offenlegungsschrift
⑯ DE 195 44 187 A 1

⑯ Int. Cl. 6:
A 61 B 10/00
G 01 N 21/84
G 01 N 33/483
C 12 Q 1/00
H 04 N 5/33
A 61 B 6/00

⑯ Aktenzeichen: 195 44 187.7
⑯ Anmeldetag: 28. 11. 95
⑯ Offenlegungstag: 5. 6. 97

DE 195 44 187 A 1

⑯ Anmelder:

TEMIC Telefunken microelectronic GmbH, 74072
Heilbronn, DE; AEG Infrarot-Module GmbH, 74072
Heilbronn, DE; Erné, Sergio Nicole, Dr., 89233
Neu-Ulm, DE

DE 24 49 060 A1
DE 89 09 925 U1

BOGIN,Yr.N.,TER-GEVONDIAN,N.M.,u.a.: Realzeit-
Echotomographie (> RA-I <, Sonoline 8000,
Sonoline 1300) und Telethermographie
(> AGA-680 <) in Krankenhäusern. In:
electromedia 54, 1986, H.1, S.31-37;
JONES,Colin H.: Medical thermography. In: IEE
Proceedings, Vol.134, Pt. A, No.2, Feb. 1987,
S.225-236;

⑯ Erfinder:

Cabanski, Wolfgang, Dipl.-Phys. Dr., 74072
Heilbronn, DE; Nothaft, Peter, Dipl.-Phys. Dr., 89233
Neu-Ulm, DE; Erné, Sergio Nicola, Dr., 89233
Neu-Ulm, DE

⑯ Für die Beurteilung der Patentfähigkeit
in Betracht zu ziehende Druckschriften:

DE 31 24 583 C2
DE 41 02 614 A1
DE 40 15 988 A1
DE 31 24 583 A1
DE 30 20 359 A1

Prüfungsantrag gem. § 44 PatG ist gestellt

⑯ Verfahren zur Untersuchung von Zellaktivitäten oder Zellmetabolismen

⑯ Beschrieben wird ein Verfahren zur Untersuchung von Zellaktivitäten oder Zellmetabolismen von Zellen aus einem Aufnahmefeld im Inneren eines lebenden menschlichen oder tierischen Körpers. Mit Hilfe eines Wärmebildaufnahmesystems, das eine Infrarotkamera und eine Ausgabeeinheit aufweist, werden Wärmebilder vom Aufnahmefeld, der im Hinblick auf einen operativen Eingriff offengelegt wurde, aufgenommen. Die Zellaktivitäten oder Zellmetabolismen der Zellen aus dem Aufnahmefeld werden als Wärmebild, das über die Ausgabeeinheit des Wärmebildaufnahmesystems ausgegeben wird, graphisch dargestellt.

DE 195 44 187 A 1

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

BUNDESDRUCKEREI 04. 97 702 023/33

Beschreibung

Die Erfindung betrifft ein Verfahren gemäß dem Oberbegriff des Patentanspruchs 1.

Derartige Verfahren, beispielsweise die sogenannte Positron-Emissions-Tomographie oder die Kernspin-Tomographie, werden üblicherweise in der Medizin verwendet, um Zellbereiche zu lokalisieren, deren Zellen im Vergleich zu anderen Zellen abweisende Eigenschaften aufweisen. Auf diese Weise lassen sich krankhafte Zellbereiche, beispielsweise Tumorzellen oder Krebszellen, identifizieren und lokalisieren. Ein wesentlicher Nachteil dieser Verfahren besteht darin, daß die Bilder hierbei nicht in Echtzeit aufgenommen werden und daß demnach Aktivitäten des Körpers, wie z. B. Herzschlag oder Atmung, die Qualität oder Aussagekraft der aufgenommenen Zellbilder reduzieren.

Der Erfindung liegt daher die Aufgabe zugrunde, ein Verfahren gemäß dem Oberbegriff des Patentanspruchs 1 anzugeben, mit dem auf einfache Weise und innerhalb kurzer Zeit Zellbilder aufgenommen werden können, deren Qualität und Aussagekraft nicht durch Aktivitäten von Organen des Körpers reduziert wird.

Die Aufgabe wird durch die kennzeichnenden Merkmale des Patentanspruchs 1 gelöst. Vorteilhafte Weiterbildungen und Ausgestaltungen ergeben sich aus den Unteransprüchen.

Erfnungsgemäß wird vorgeschlagen, die Zellbilder mit Hilfe eines Wärmebildaufnahmesystems, das eine triggerbare Infrarotkamera und eine Ausgabeeinheit aufweist, zu erzeugen. Mit der Infrarotkamera werden dabei Wärmebilder der Zellen aus dem Aufnahmebereich aufgenommen. Anschließend werden diese Wärmebilder oder Wärmebilder, die durch Bildverarbeitung daraus gebildet werden, über die Ausgabeeinheit als Zellbilder ausgegeben. Diese Zellbilder stellen dabei eine Temperaturverteilung über dem Aufnahmebereich oder zeitliche Änderungen der Temperaturverteilung dar. Da die Temperaturverteilung vom durch Zellaktivitäten oder Zellmetabolismen der Zellen des Aufnahmebereichs bewirkten Energieumsatz abhängt, werden durch die Zellbilder Zellbereiche mit Zellen sichtbar gemacht, deren Zellaktivitäten oder Zellmetabolismen sich von den Zellaktivitäten oder Zellmetabolismen von Referenzzellen oder von anderen Zellen des Aufnahmebereichs unterscheiden und/oder deren Zellaktivitäten oder Zellmetabolismen sich zeitlich verändern. Die Infrarotkamera wird zur Bildaufnahme mit vom Körper erzeugten Signalen, vorzugsweise mit Signalen, die durch Herztätigkeit und/oder Atmung entstehen, getriggert oder synchronisiert. Durch die Triggerung der Infrarotkamera wird der Zeitpunkt der Bildaufnahme so eingestellt, daß der Beitrag der Temperaturverteilung, der aufgrund von Wärmepulsationen entsteht, deren Ursache nicht die Zellaktivitäten oder Zellmetabolismen der Zellen des Aufnahmebereichs sind, in den Zellbildern nicht angezeigt, d. h. unterdrückt wird. Derartige Wärmepulsationen entstehen durch Aktivitäten von Körperorganen, beispielsweise durch den aufgrund der Herztätigkeit bedingten pulsierenden Blutfluß. Auf diese Weise wird, da störende Beiträge der Temperaturverteilung unterdrückt werden, die Qualität und die Aussagekraft der von der Ausgabeeinheit ausgegebenen Zellbildern erhöht.

Das Verfahren ist, da es schnell und berührungslos durchgeführt wird und da es ein passives Meßverfahren ist, bei dem weder radioaktive noch elektromagnetische oder akustische Energie ausgestrahlt wird, bestens für

den Einsatz in einem Operationssaal geeignet. Mit der Infrarotkamera lassen sich vorzüglich Wärmebilder eines durch einen operativen Eingriff offengelegten Aufnahmebereichs, d. h. Wärmebilder von Organen aus dem Inneren des Körpers eines Patienten aufnehmen. Beispielsweise ist die Infrarotkamera bestens geeignet, um Wärmebilder vom Gehirn eines Patienten, welches für einen neurochirurgischen Eingriff durch Entfernung eines Teils der Schädeldecke teilweise offengelegt wurde, aufzunehmen. Anhand der durch die Ausgabeeinheit ausgegebenen Zellbilder sind Zellbereiche des Gehirns mit gegenüber benachbarten Zellbereichen veränderten Zellmetabolismen oder Zellaktivitäten oder Zellbereiche mit sich zeitlich ändernden Zellaktivitäten oder Zellmetabolismen lokalisierbar. Da die Zellaktivitäten oder Zellmetabolismen von gesunden und kranken Zellen sich voneinander unterscheiden, kann ein Arzt anhand der Zellbilder krankhafte Zellbereiche, z. B. Tumore, identifizieren und lokalisieren.

Mit dem erfungsgemäßen Verfahren lassen sich auch Zellbilder erzeugen, anhand derer Zellbereiche des Gehirns lokalisierbar sind, die für bestimmte Hirnfunktionen, beispielsweise für motorische, sensorische oder höhere Funktionen — das sind kognitive Funktionen zu denen das Erkennen, sprechen, Lesen, Wollen, Entscheiden gezählt werden —, zuständig sind. Diese Zellbereiche werden dabei durch verschiedene Patientenstimuli, das sind dem Patienten zugeführte sensorische Reize oder dem Patienten gestellte motorische oder kognitive Aufgaben, die er bei vollem Bewußtsein zu lösen hat, in einen veränderten metabolischen Zustand gesetzt und die Änderungen der Zellaktivitäten oder Zellmetabolismen durch das Wärmebildaufnahmesystem detektiert und sichtbar gemacht. Die Wärmebilder werden dabei vorzugsweise synchron zu den Patientenstimuli aufgenommen. Da anhand der Zellbilder Zellbereiche mit grundlegenden Hirnfunktionen lokalisierbar sind, kann ein Arzt mit dem erfungsgemäßen Verfahren einen neurochirurgischen Eingriff so planen, daß durch den Eingriff keine wesentlichen Zellbereiche des Gehirns verletzt werden.

Die von der Infrarotkamera aufgenommenen Wärmebilder können, um zeitliche Änderungen der Zellaktivitäten oder Zellmetabolismen oder um deren Abweichungen gegenüber den Zellaktivitäten oder Zellmetabolismen von Referenzzellen nachzuweisen, in der Ausgabeeinheit mit Wärmebildern des gleichen Aufnahmebereichs, die zu unterschiedlichen Zeitpunkten aufgenommen wurden, oder mit einem von den Referenzzellen aufgenommenen Referenzbild verglichen werden. Die Ausgabeeinheit gibt als Ergebnis eines derartigen Vergleichs als Zellbild ein Differenz-Wärmebild aus, anhand dessen Zellbereiche mit gegenüber Referenzzellen oder gegenüber früheren Zeitpunkten veränderten Zellaktivitäten oder Zellmetabolismen lokalisierbar sind.

Die Erfindung wird anhand der Figur näher beschrieben, die als Beispiel ein Wärmebildaufnahmesystem zeigt, das während eines operativen Eingriffs am Gehirn eines Patienten zur Erzeugung von Zellbildern verwendet wird, welche Zellaktivitäten oder Zellmetabolismen von Gehirnzellen darstellen.

Die von dem Wärmebildaufnahmesystem 1 erzeugten Zellbilder dienen dabei zur Lokalisierung von Tumorzellen, die sich durch ihre Farbe nicht von gesunden Gehirnzellen unterscheiden.

Die Infrarotkamera 10 des Wärmebildaufnahmesystems 1 nimmt hierzu Wärmebilder vom durch den operativen Eingriff freigelegten Gehirn des Patienten 2 auf.

Dem Patienten 2, der während der Bildaufnahme bei voller Bewußtsein ist, werden bestimmte Patientenstimuli zugeführt. Dadurch ändern sich die Zellaktivitäten oder Zellmetabolismen seiner Gehirnzellen. Anhand dieser Änderungen, die von der Ausgabeeinheit 11 des Wärmebildaufnahmesystems 1 als Zellbilder dargestellt werden, kann ein Arzt Zellbereiche des Gehirns, die für bestimmte Hirnfunktionen zuständig sind, lokalisieren und anschließend über den Fortgang der Operation entscheiden.

Die Infrarotkamera 10 des Wärmebildaufnahmesystems 1 ist zur Bildaufnahme auf den Aufnahmebereich 20 — das durch den operativen Eingriff offengelegte Gehirn des Patienten 2 — ausgerichtet. Sie weist einen als Platinsilizid-Sensor ausgeführten starren Infrarotsensor mit einer zweidimensionalen Matrix angeordneten Sensorelementen auf, auf den der Aufnahmebereich 20 mittels einer Infraroptik 12 abgebildet wird. Die Infrarotkamera 10 ist triggerbar ausgeführt und nimmt zum Herzschlag des Patienten 2 synchronisierte Wärmebilder auf. Der Bildaufnahmepunkt wird dabei so eingestellt, daß durch den pulsierenden Blutfluß bedingte Wärmepulsationen einen möglichst geringen Beitrag zur Temperaturverteilung des Aufnahmebereichs liefern. Der Infrarotsensor wandelt Infrarotstrahlung der Wellenlänge 3—5 µm in elektrische Signale um, die zur Ausgabeeinheit 11 des Wärmebildaufnahmesystems 1 übertragen werden. Die Ausgabeeinheit 11, die als Steuereinheit 110 mit einem Monitor 111, einem Drucker 112 und einer Magnetspeichereinheit 113 ausgeführt ist, wertet anschließend die ihr zugeführten elektrischen Signale aus. Zur Auswertung können dabei bekannte Bildverarbeitungsalgorithmen, beispielsweise zur Kontrast erhöhung, zur Filterung oder zur Kantenerkennung, eingesetzt werden. Die ausgewerteten Signale werden als Wärmebild oder bearbeitetes Wärmebild, d. h. als Zellbild, am Monitor 111 oder Drucker 112 der Ausgabeeinheit 11 ausgegeben und, falls gewünscht, in der Magnetspeichereinheit 113 gespeichert. Die Ausgabeeinheit 11 kann, um die Empfindlichkeit des Wärmebildaufnahmesystems 1 zu erhöhen, durch Mittelung über mehrere dem gleichen Patientenstimuli zugeordnete Wärmebilder, Zellbilder mit geringem Rauschanteil erzeugen. Die Belichtungszeiten des Infrarotsensors, d. h. die Bildaufnahmzeiten, können, da das Signal-zu-Rauschverhältnis der Infrarotkamera 10 mit steigender Belichtungszeit zunimmt, hinsichtlich der Optimierung der geometrischen und der thermischen Auflösung des Wärmebildaufnahmesystems 1 verändert werden. Somit lassen sich, bei einer Betriebstemperatur des Infrarotsensors von 77—80 K, Wärmebilder mit einer Auflösung von 0,1 K und mit einer geometrischen Auflösung von 1 mm aufnehmen. Durch in die Infraroptik 12 eingesetzte Filter läßt sich zudem der Wellenlängenbereich der zum Infrarotsensor gelangenden Infrarotstrahlung eingrenzen und die Temperaturselektivität der Infrarotkamera 10 erhöhen. Die Infrarotkamera 10 kann im Dauerbetrieb mit beispielsweise 50 Hz oder 60 Hz Bildabtastrate betrieben werden. Aufgrund der dadurch bedingten kurzen Bildaufnahmzeiten lassen sich mit dem Wärmebildaufnahmesystem 1 sowohl kurzzeitige Änderung der Zellaktivitäten nachweisen als auch die Geschwindigkeit und die Richtung der Wärmeausbreitung bestimmen, anhand derer die Auswerteinheit 11 anschließend die Lage von Wärmequellen, d. h. die Lage der Zellen mit veränderter Zellaktivität berechnen kann.

Das Wärmebildaufnahmesystem 1, das im vorliegen-

den Beispiel eine Anwendung aus dem Gebiet der Neurochirurgie zeigt, ist auch in anderen Gebieten der Medizin einsetzbar; es lassen sich damit nicht nur Wärmebilder des Gehirns, sondern auch Wärmebilder von anderen inneren Organen, wie z. B. Leber, Niere oder Rückenmark, aber auch Wärmebilder von der Haut des Körpers 2 aufnehmen.

Patentansprüche

- 10 1. Verfahren zur Erzeugung von Zellbildern, die bestimmte Eigenschaften von Zellen aus einem Aufnahmebereich (20) eines lebenden menschlichen oder tierischen Körpers (2) darstellen, gekennzeichnet durch die Verwendung eines einer triggerbaren Infrarotkamera (10) und einer Ausgabeeinheit (11) aufweisenden Wärmebildaufnahmesystems (1), bei dem mit der Infrarotkamera (10) Wärmebilder des Aufnahmebereichs (20) aufgenommen werden, wobei die Infrarotkamera (10) zur Aufnahme der Wärmebilder mit vom Körper (2) erzeugten Signalen getriggert oder synchronisiert wird, und bei dem mit der Ausgabeeinheit (11) die von der Infrarotkamera (10) aufgenommenen Wärmebilder oder durch Bildverarbeitung aus diesen Wärmebildern gebildete Wärmebilder als Zellbilder ausgegeben werden, welche zeitliche Änderungen der Zellaktivitäten oder Zellmetabolismen der Zellen des Aufnahmebereichs oder Abweichungen der Zellaktivitäten oder Zellmetabolismen von Zellen aus dem Aufnahmebereich gegenüber den Zellaktivitäten oder Zellmetabolismen von Referenzzellen oder von anderen Zellen des Aufnahmebereichs darstellen.
- 20 2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Infrarotkamera (10) mit Signalen, die durch Herzschlag und/oder Atmung des Körpers (2) entstehen, getriggert oder synchronisiert wird.
- 30 3. Verfahren nach einem der vorherigen Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß mit der Infrarotkamera (10) Wärmebilder eines durch einen operativen Eingriff offengelegten Aufnahmebereichs (20) aufgenommen werden.
- 40 4. Verfahren nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, daß die Infrarotkamera (10) Wärmebilder von Gehirnzellen eines Gehirnes aufnimmt.
- 50 5. Verfahren nach einem der vorherigen Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die Infrarotkamera (10) zu bestimmten Patientenstimuli synchronisierte Wärmebilder aufnimmt.

Hierzu 1 Seite(n) Zeichnungen

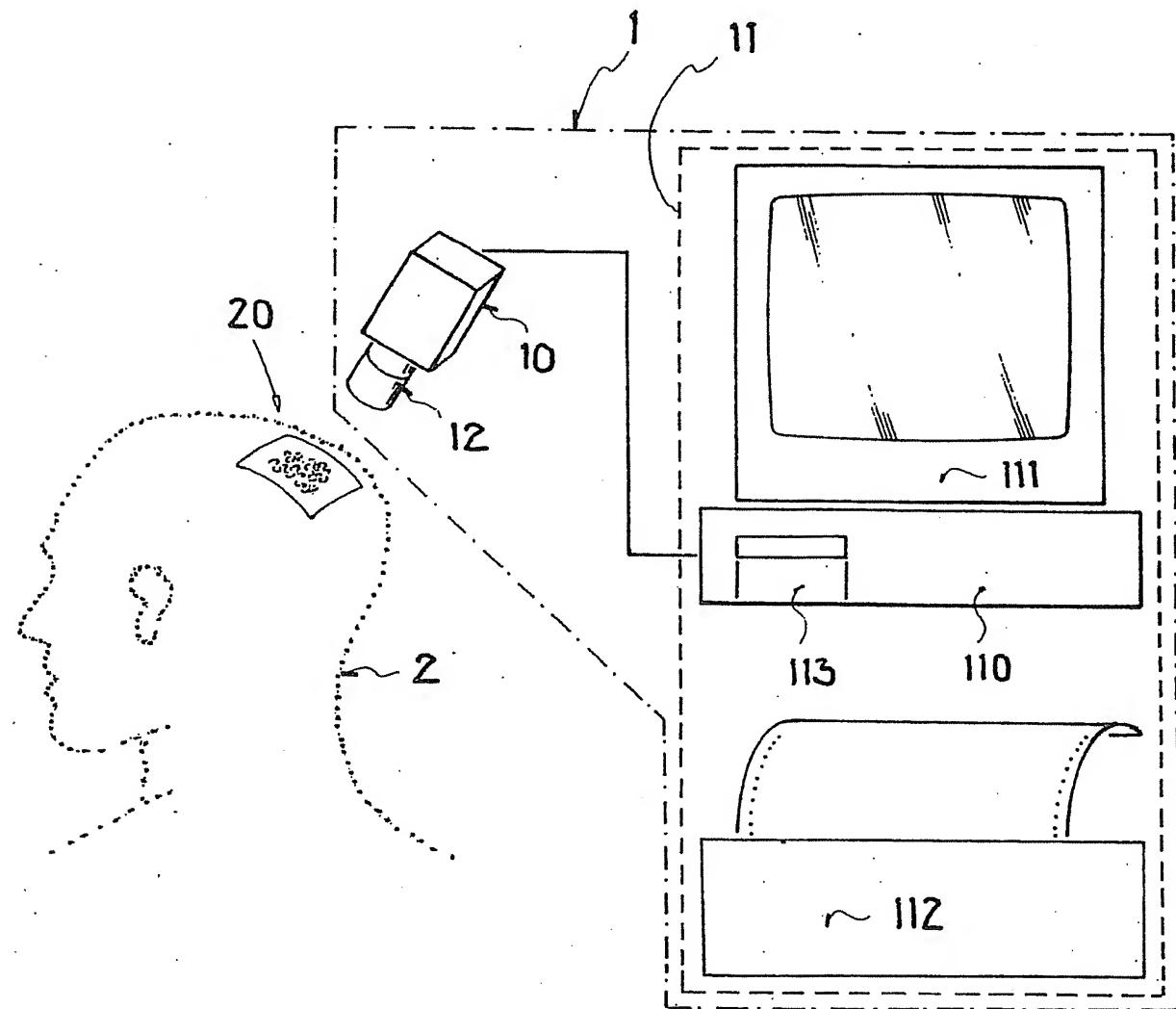


FIG.